



PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

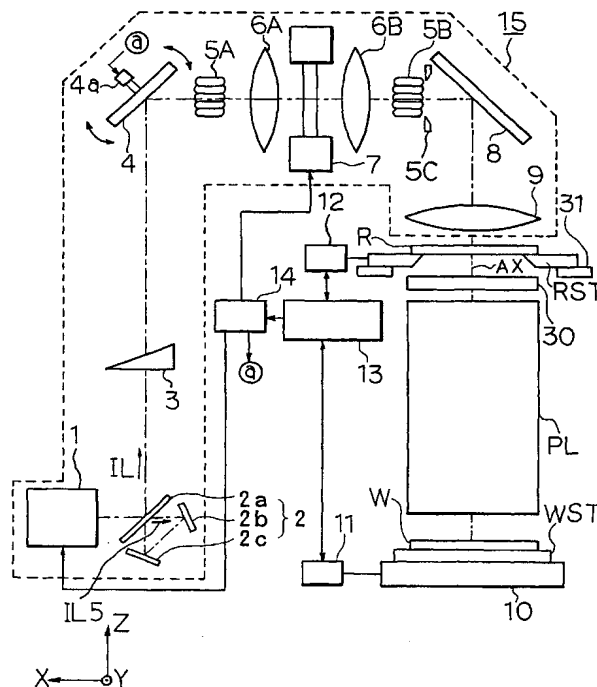
(51) 国際特許分類7 H01L 21/027, G03F 7/20	A1	(11) 国際公開番号 WO00/67303	(43) 国際公開日 2000年11月9日(09.11.00)
(21) 国際出願番号 PCT/JP00/02761		(81) 指定国 AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), ARIPO特許 (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM)	
(22) 国際出願日 2000年4月27日(27.04.00)		添付公開書類 国際調査報告書	
(30) 優先権データ 特願平11/122906 1999年4月28日(28.04.99)	JP		
(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 株式会社 ニコン(NIKON CORPORATION)[JP/JP] 〒100-8331 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 富士ビル Tokyo, (JP)			
(72) 発明者 ; および (75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ) 青木貴史(AOKI, Takashi)[JP/JP] 白石直正(SHIRAISHI, Naomasa)[JP/JP] 〒100-8331 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 富士ビル 株式会社 ニコン 知的財産部内 Tokyo, (JP)			
(74) 代理人 大森 聡(OMORI, Satoshi) 〒214-0014 神奈川県川崎市多摩区登戸2075番2-501 大森特許事務所 Kanagawa, (JP)			

(54)Title: **EXPOSURE METHOD AND APPARATUS**

(54)発明の名称 露光方法及び装置

(57) Abstract

An exposure method for conducting exposure with high, uniform illuminance by illuminating light (IL) for exposure even when the illuminating light (IL) is a laser beam having a wavelength in the vacuum ultraviolet region. The illuminating light (IL) which is a linearly-polarized F<sub>2</sub> laser beam emitted from a laser light source (1) passes through a prism (3), an oscillating mirror (4), bly-eye lenses (5A, 5B), and a condenser lens (9) and illuminates a reticle (R). The pattern on the reticle (R) is transferred onto a wafer (W) through a projection optical system (PL). The prism (3) is made of a crystal of magnesium fluoride (MgF<sub>2</sub>) which is a birefringent glass material transparent to the F<sub>2</sub> laser beam. The prism (3) has a thickness gradually varying in the direction perpendicular to the optical axis of the illuminating light (IL) and is so disposed that it exhibits birefringence with respect to the illuminating light (IL). The polarized state of the illuminating light (IL) is continuously changed in a predetermined direction in a plane perpendicular to the optical axis.



露光用の照明光（I L）として真空紫外域の波長のレーザ光を使用する場合であっても、その照明光（I L）の照度を高く、かつ均一にして露光を行うことのできる露光方法である。レーザ光源（1）から射出された直線偏光のF<sub>2</sub>レーザ光よりなる露光用の照明光（I L）が、プリズム（3）、振動反射鏡（4）、フライアイレンズ（5 A, 5 B）及びコンデンサレンズ（9）等を介してレチクル（R）を照明し、レチクル（R）のパターンが投影光学系（P L）を介してウエハ（W）上に転写される。プリズム（3）をF<sub>2</sub>レーザ光に対して透過性で、かつ複屈折性の硝材であるフッ化マグネシウム（M g F<sub>2</sub>）の結晶より形成し、プリズム（3）を照明光（I L）の光軸に交差する方向に厚さが次第に変化すると共に、照明光（I L）に対して複屈折が生じる状態で設置して、照明光（I L）の偏光状態をその光軸に垂直な平面内の所定の方向に連続的に変化させる。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE	アラブ首長国連邦	DM	ドミニカ	KZ	カザフスタン	RU	ロシア
AG	アンティグア・バーブーダ	DZ	アルジェリア	LC	セントルシア	SD	スーダン
AL	アルバニア	EE	エストニア	LI	リヒテンシュタイン	SE	スウェーデン
AM	アルメニア	ES	スペイン	LK	スリ・ランカ	SG	シンガポール
AT	オーストリア	FI	フィンランド	LR	リベリア	SI	スロヴェニア
AU	オーストラリア	FR	フランス	LS	レソト	SK	スロヴァキア
AZ	アゼルバイジャン	GA	ガボン	LT	リトアニア	SL	シエラ・レオネ
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB	英国	LU	ルクセンブルグ	SN	セネガル
BB	バルバドス	GD	グレナダ	LV	ラトヴィア	SZ	スワジランド
BE	ベルギー	GE	グルジア	MA	モロッコ	TD	チャード
BF	ブルキナ・ファソ	GH	ガーナ	MC	モナコ	TG	トーゴ
BG	ブルガリア	GM	ガンビア	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BJ	ベナン	GN	ギニア	MG	マダガスカル	TM	トルクメニスタン
BR	ブラジル	GR	ギリシャ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TR	トルコ
BY	ベラルーシ	GW	ギニア・ビサウ		共和国	TT	トリニダード・トバゴ
CA	カナダ	HR	クロアチア	ML	マリ	TZ	タンザニア
CF	中央アフリカ	HU	ハンガリー	MN	モンゴル	UA	ウクライナ
CG	コンゴ	ID	インドネシア	MR	モーリタニア	UG	ウガンダ
CH	スイス	IE	アイルランド	MW	マラウイ	US	米国
CI	コートジボアール	IL	イスラエル	MX	メキシコ	UZ	ウズベキスタン
CM	カメルーン	IN	インド	MZ	モザンビーク	VN	ヴェトナム
CN	中国	IS	アイスランド	NE	ニジェール	YU	ユーゴスラヴィア
CR	コスタ・リカ	IT	イタリア	NL	オランダ	ZA	南アフリカ共和国
CU	キューバ	JP	日本	NO	ノールウェー	ZW	ジンバブエ
CY	キプロス	KE	ケニア	NZ	ニュージーランド		
CZ	チェッコ	KG	キルギスタン	PL	ポーランド		
DE	ドイツ	KP	北朝鮮	PT	ポルトガル		
DK	デンマーク	KR	韓国	RO	ルーマニア		

## 明 細 書

## 露光方法及び装置

## 5 技術分野

本発明は、例えば半導体集積回路、撮像素子（ＣＣＤ等）、液晶ディスプレイ、プラズマディスプレイ、又は薄膜磁気ヘッド等のマイクロデバイスをリソグラフィ技術を用いて製造する際に使用される露光方法に関する。

10

## 背景技術

15

近年、半導体集積回路等の回路パターンの微細化に伴い、ステッパ等の露光装置で使用される露光用の照明光（露光光）の波長は年々短波長化してきている。即ち、露光光としては、従来主に使用されていた水銀ランプの i 線（波長 365 nm）に代わって KrF エキシマレーザ光（波長 248 nm）が主流となっており、更に短波長のほぼ真空紫外域の ArF エキシマレーザ光（波長 193 nm）も実用化されつつある。また、更なる露光光の短波長化を目的として、F<sub>2</sub> レーザ（波長 157 nm）のようなハロゲン分子レーザ等の使用も試みられている。

20

このように露光装置では、露光光としてレーザ光が使用されるようになっているが、一般にレーザ光は強く直線偏光した光であり、かつ可干渉性（コヒーレンシ）が高い。そのため、露光光としてレーザ光を使用すると、照明領域にスペックルと呼ばれる斑点状の干渉縞が生じる。このスペックルの発生は、露光光の照度分布を不均一にし、ウエハ等の被露光基板上に形成される回路パターンの線幅の均一性を悪化させるため、製造されるデバイスの品質（動作速度等）を著しく低下させたり、

25

誤動作させたりする要因となる。

このため、例えばK r Fエキシマレーザ光を露光光として使用していた従来の露光装置では、水晶製のプリズムを照明光学系内に配置することによって、露光光の照度分布の均一性の悪化を防止していた。この場合、水晶は複屈折性を有するため、その水晶のプリズムを露光光が通過する際に、複屈折によって常光線と異常光線とのプリズム内における速度が異なったものになる。従って、露光光の光路に厚さが次第に変化している水晶のプリズムを配置することによって、局所的に1 / 4波長板や1 / 2波長板を配置した場合と同等の効果、又はそれらの中間の効果を得ることができ、プリズムから射出される露光光の偏光状態を部分的に変化させることができる。このため、露光光の空間的な可干渉性（空間コヒーレンシ）が低減して、スペックルの発生を抑えることができる。

上記の如く従来の露光装置では、露光光の光路中に水晶のプリズムを配置して露光光の可干渉性を低下させていた。しかしながら、通常的水晶は波長200nm程度以下の真空紫外光に対しては透過率が大きく低下する。そのため、露光光がA r Fエキシマレーザ光程度であれば、水晶は照度低下に対して露光時間を長くする等の対策を施すことで使用可能であるが、スループットが著しく低下するという不都合がある。そして、より短波長のF<sub>2</sub>レーザ光に対しては水晶は透過率が大きく低下するために使用が困難となる。従って、露光光として真空紫外域のレーザ光を使用する場合には、その露光光の照度を高く維持した状態でその可干渉性を低減させてスペックルの発生を抑えることが難しく、露光光の照度分布の均一性の悪化を防止することが困難であった。

本発明は斯かる点に鑑み、露光用の照明光として真空紫外域程度の波長で可干渉性を有する光を使用する場合であっても、その照明光の照度

をあまり低下させることなく、その照明光の照度分布の均一性を高めることができる露光方法を提供することを第1の目的とする。

また、本発明はそのような露光方法を実施できる照明光学装置及び露光装置を提供することを第2の目的とする。

5       また、本発明は、真空紫外域程度の波長の照明光に対して複屈折作用を持つと共に高い透過率を持つ材料を探し、この材料を用いてそのような露光方法を実施できる照明光学装置を提供することを第3の目的とする。

10       更に本発明は、そのような露光装置の製造方法、及びそのような露光方法を用いたデバイスの製造方法を提供することをも目的とする。

#### 発明の開示

15       本発明による第1の露光方法は、照明光でマスク（R）を照明し、そのマスクのパターンを基板（W）上に転写する露光方法において、その照明光の波長を180nm程度以下とし、その照明光がそのマスクに入射するまでの光路上にフッ化マグネシウム（ $MgF_2$ ）で形成される光学素子を配置して、その照明光の光路に実質的に垂直な方向にその照明光の偏光状態を次第に変化させるようにしたものである。

20       本発明によれば、その照明光の偏光状態が直線偏光や円偏光のような所定の状態である場合に、その光路にほぼ垂直な方向にその偏光状態を次第に変化させることによって、即ち具体的には例えばその照明光の光軸に垂直な平面内の少なくとも一つの方向にその照明光の偏光状態を空間的に連続的に変化させることによって、その照明光の空間的な可干渉性（空間コヒーレンシ）が低減される。従って、照明領域でのスペックルの発生が抑えられ、照度分布の均一性が向上する。更に、照明光の  
25       光量を殆ど低下させることなく偏光状態のみを変化させることによって、

解像度を高めるために波長 200 nm 以下のほぼ真空紫外域の照明光を使用したときに、高い照度均一性と大きい照度とを両立できるという好条件で露光を行うことができるため、そのマスクのパターンの全体をその基板上に高い線幅均一性で高スループットに転写することができる。

5        また、本発明による第 2 の露光方法は、コヒーレントな照明光でマスクを照明し、そのマスクを介して照明光で基板を露光する方法において、その照明光の波長を 180 nm 程度以下とし、その照明光の可干渉性を低減するために、そのマスクへの入射に先立ってその照明光の偏光状態をフッ化マグネシウムで形成される光学素子で変化させるものである。

10        本発明によれば、第 1 の露光方法と同様に照明領域でのスペックルの発生が抑えられ、照度分布の均一性が向上する。また、高い照度均一性と大きい照度とを両立できるという好条件で露光を行うことができるため、そのマスクのパターンの全体をその基板上に高い線幅均一性で高スループットに転写することができる。

15        次に、本発明による第 1 の照明光学装置は、光源 (1) からの 200 nm 以下の波長の照明光でマスク (W) を照明する照明光学装置 (15) であって、その光源 (1) とそのマスクとの間のその照明光の光路上に、その照明光に対して透過性で複屈折性を有する材料より形成されて、その照明光学装置の光軸に交差する方向に厚さが次第に変化するプリズム  
20        (3) を配置したものである。

      本発明によれば、本発明の露光方法が実施できる。即ち、そのプリズムは、複屈折性を有する材料より形成されているため、その光軸に垂直な平面内でそのプリズムの斜面方向をその光軸に垂直な平面に投影した線の方  
25        向上の位置にしたがって、その光軸に垂直な方向にその照明光の偏光状態を連続的に変化させることができる。また、そのプリズムの材料として、波長 200 nm 程度以下、即ち真空紫外域でも比較的高い透

過率を持つ光学硝材を利用すれば、マスク上での照度を高く維持できる。この場合、その真空紫外域でも透過率が高く複屈折性を持つ材料としては、フッ化マグネシウム ( $\text{MgF}_2$ ) の結晶が使用できる。フッ化マグネシウムは、波長 130 nm 程度までの紫外光に対して十分に高い透過率を有する。特に真空紫外域で波長が 180 nm 程度以下となると、従来使用されていた水晶では透過率が大きく低下してしまうため、フッ化マグネシウムが有効である。

次に、本発明による第 2 の照明光学装置は、光源からの 200 nm 以下の波長の照明光でマスク (R) を照明する照明光学装置であって、その光源からの照明光の光路上に配置され、その照明光に対して透過性で複屈折性を有する材料より形成されると共に、その照明光学装置の光軸に交差する方向に厚さが次第に変化しているプリズム (3) と、このプリズムを通過した照明光を振動させる振動部材 (4) と、この振動部材を通過した照明光より複数の光源像を形成するオプティカル・インテグレート (5 A, 5 B) と、このオプティカル・インテグレートから射出される照明光をそのマスクに導くコンデンサ光学系 (9) と、を有するものである。

本発明によれば、第 1 の照明光学装置と同様にその照明光の照度分布の均一性を向上できる。更に、照明中にその振動部材を振動させることによって、積分効果により照明光の照度むらが小さくなる。また、そのオプティカル・インテグレート (ホモジナイザー) の使用による照明光の重畳作用によって、その照明光の照度分布をより均一にすることができる。

次に、本発明による第 1 の露光装置は、本発明の照明光学装置 (15) を備えた露光装置であって、その照明光学装置からの照明光でマスク (R) を照明し、このマスクのパターンを基板 (W) 上に転写するもの

である。斯かる本発明の第1の露光装置によれば、本発明の露光方法を実施することができ、そのマスクのパターンの全体を高いスループットでその基板上に高い線幅均一性で転写することができる。

また、本発明による第2の露光装置は、波長が180nm程度以下で  
5 コヒーレントな照明光をマスクに照射する照明光学系を有し、そのマスクを介してその照明光で基板を露光する露光装置において、その照明光学系内でその照明光の可干渉性を低減するために、その照明光の偏光状態を変化させる光学素子をフッ化マグネシウムで形成したものである。

斯かる本発明の第2の露光装置によれば、本発明の第2の露光方法を実施  
10 することができ、そのマスクのパターンの全体を高いスループットでその基板上に高い線幅均一性で転写することができる。

また、本発明による露光装置の製造方法は、本発明の照明光学装置と、そのマスクを保持するマスクステージと、基板を保持する基板ステージとを所定の位置関係で組み上げるものである。

次に、本発明によるデバイスの製造方法は、本発明の露光方法を用い  
15 て、その照明光でそのマスクを照明し、そのマスクのパターンをその基板上に転写する工程を含むものである。斯かる本発明によれば、本発明の露光方法を用いるため、照明光の照度を低下させることなくマスクのパターンの全体を基板上に高い線幅均一性で転写することができ、高機能  
20 のデバイスを高スループットに製造することができる。

#### 図面の簡単な説明

図1は、本発明の実施の形態の一例の投影露光装置を示す概略構成図である。図2は、図1中のプリズム3と照明光の進行方向及び偏光方向との関係を示す拡大斜視図である。図3は、プリズム3から射出される照明光の偏光状態の一例を示す図である。図4は、半導体デバイスの製  
25



造工程を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の好適な実施の形態の一例につき図面を参照して説明する。本例は、半導体デバイス製造用の投影露光装置に本発明を適用したものである。

図 1 は、本例の投影露光装置の概略構成を示し、この図 1 において、露光時には、露光光源としてのレーザ光源 1 ～コンデンサレンズ系 9 から構成される照明光学系 15 からの露光用の照明光（露光光）I L が、マスクとしてのレチクル R のパターン面（下面）の例えば矩形の照明領域を照明する。本例では露光光として真空紫外域（VUV）の F<sub>2</sub> レーザ光（波長 157 nm）を使用するが、この他に ArF エキシマレーザ光（波長 193 nm）、YAG レーザ光の高調波、固体レーザ光、又は半導体レーザ光の高調波等で波長が 200 nm 程度以下の光、即ち真空紫外光を露光光とする場合にも、その露光光の可干渉性が強い場合には本発明が有効である。

即ち、F<sub>2</sub> レーザ光源よりなるレーザ光源 1 から射出されたパルスレーザ光よりなる照明光 I L は、所定方向に直線偏光したコヒーレントな光束である。照明光 I L は、この時間的な可干渉性（時間コヒーレンシィ）を低下させる光学部材であるリターダ 2（詳細後述）を経て、複屈折性を有する材料であるフッ化マグネシウム（MgF<sub>2</sub>）製のプリズム 3 に入射する。照明光 I L がプリズム 3 を通過することによって、照明光学系 15 の光軸に直交する方向に沿って照明光 I L の偏光状態が変化して、即ちその光軸に垂直な平面内でプリズム 3 の斜面方向をその光軸に垂直な平面に投影した線の方

的な可干渉性（空間コヒーレンシ）が低減される。プリズム 3 を通過した照明光 I L は、更に空間的な可干渉性を低減させるための光学素子としての振動反射鏡 4 を介して、オプティカル・インテグレータ（ホモジナイザー）としての 1 段目のフライアイレンズ 5 A に達し、この射出面近傍の後側焦点位置に複数の光源像を形成する。

これらの複数の光源像からの照明光 I L は、レンズ 6 A を経て絞り 7 に入射する。絞り 7 は、その開口径が調整自在となっており、その開口径の制御によって例えばレチクル R 上での照明光 I L の照度（光量）を制御することができる。装置全体の動作を統轄制御する主制御系 1 3 が照明系制御装置 1 4 を介して、その絞り 7 の開口径の制御を行っている。絞り 7 を通過した照明光 I L は、レンズ 6 B 及び 2 段目のフライアイレンズ 5 B を通過して、フライアイレンズ 5 B の射出面近傍の後側焦点位置に多数の光源像を形成する。その射出面近傍には開口絞り（ $\sigma$  絞り）5 C が配置され、開口絞り 5 C を通過した照明光 I L は、ミラー 8 によって光路が 90° 下方に折り曲げられた後、コンデンサレンズ系 9 を介してレチクル R を照明する。なお、コンデンサレンズ系 9 は簡略化して示されているが、実際には内部で一度結像を行うと共に、その結像面にレチクルブラインド（可変視野絞り）を備えた光学系である。本例の照明光学系 1 5 は、2 段のフライアイレンズ（フライアイ・インテグレータ）を備えるダブル・インテグレータ方式であるため、シングル・インテグレータ方式に比べてレチクル R 上での照度分布の均一性が向上している。

レチクル R は、照明光 I L に対して透過性で、かつ複屈折性を示さない例えば蛍石やフッ素をドープした石英ガラス等の透明な基板のパターン面に、所定の回路パターンを拡大したレチクルパターンを形成したものである。レチクル R を通過した照明光 I L は、両側（又はウエハ側に

片側) テレセントリックな投影光学系 P L を介して、レチクル R の照明領域内のパターンの像を所定の投影倍率  $\beta$  ( $\beta$  は  $1/4$ ,  $1/5$  等) で基板としてのフォトリソグが塗布されたウエハ (wafer) W 上に投影する。ウエハ W は、半導体デバイス製造用の例えば半導体 (シリコン等) 又は S O I (silicon on insulator) 等の円板状の基板である。

投影光学系 P L の上部には、平行平板よりなり傾斜角可変の結像特性補正部材 3 0 が設置されており、主制御系 1 3 が不図示の駆動系を介して結像特性補正部材 3 0 を駆動することによって、投影光学系 P L の所定の結像特性 (ディストーション等) を所望の状態に補正できるように構成されている。また、投影光学系 P L は屈折系でも構成可能であるが、本例のように露光光が真空紫外域である場合には、透過率を高めて色収差補正を良好に行うために、投影光学系 P L として反射系と屈折系とを組み合わせた反射屈折系、更には反射系を使用してもよい。なお、反射屈折系の一例は、例えば日本国特開平 1 0 - 1 0 4 5 1 3 号公報、米国特許第 5 6 5 0 8 7 7 号及び米国特許第 5 5 5 9 3 3 8 号などに開示されている。なお、本国際出願で指定した指定国、又は選択した選択国の国内法令の許す限りにおいてこれらの米国特許の開示を援用して本文の記載の一部とする。更に投影光学系 P L として、複数の屈折素子が配列される光軸上に、それぞれ露光光が通過する開口 (透過部) を有する一対の反射素子 (主鏡及び副鏡) が配置され、その複数の屈折素子によって一次像 (中間像) を形成する光学系 (例えば日本国特願平 1 0 - 3 7 0 1 4 3 号及び日本国特願平 1 1 - 6 6 7 6 9 号に開示されている) を用いてもよい。以下、投影光学系 P L の光軸 A X に平行に Z 軸を取り、その光軸 A X に垂直な平面内で図 1 の紙面に平行に X 軸を、図 1 の紙面に垂直に Y 軸を取って説明する。

まずレチクル R は、レチクルステージ R S T 上に保持され、レチクル

ステージ R S T は、レチクルベース 3 1 上でレチクル R を X 方向、Y 方向、及び回転方向に所定範囲内で位置決めする。レチクルステージ R S T (レチクル R) の位置は、レチクルステージ制御系 1 2 内に組み込まれたレーザ干渉計によって高精度に計測されており、その位置情報及び  
5 主制御系 1 3 からの制御情報に基づいて、レチクルステージ制御系 1 2 はレチクルステージ R S T の位置決め動作を制御する。

一方、ウエハ W は、不図示のウエハホルダを介してウエハステージ W S T 上に保持され、ウエハステージ W S T はウエハベース 1 0 上に 2 次元的に移動自在に載置されている。ウエハステージ W S T は、例えばリニアモータ方式で X 方向、Y 方向にウエハ W を位置決めする。ウエハステージ W S T (ウエハ W) の位置は、ウエハステージ制御系 1 1 内に組み込まれたレーザ干渉計によって高精度に計測されており、その位置情報及び主制御系 1 3 からの制御情報に基づいて、ウエハステージ制御系 1 1 はウエハステージ W S T の位置決め動作を制御する。  
10

また、ウエハステージ W S T には、ウエハ W のフォーカス位置 (光軸 A X 方向の位置) 及び傾斜角を制御する Z チルト駆動機構が組み込まれている。そして、不図示のオートフォーカスセンサによりウエハ W の表面の複数の計測点でフォーカス位置が計測されており、この計測結果に基づいてウエハステージ W S T は、オートフォーカス方式及びオートレベリング方式でウエハ W の表面を投影光学系 P L の像面に合わせ込む。  
15 20 また、照明系制御装置 1 4 は、露光時に主制御系 1 3 の指示のもとでレーザ光源 1 に照明光 I L の発光を開始させると共に、振動反射鏡駆動装置 4 a に指示して、レチクル R のパターンの像がウエハ上の各ショット領域に露光されている間に継続して振動反射鏡 4 を振動させる。

25 実際にレチクル R のパターンの像をウエハ W 上の各ショット領域に転写する際には、ウエハ W のアライメントを行った後、ウエハステージ W

S Tを駆動することによってウエハW上の一つのショット領域を投影光学系P Lの露光領域に移動する。そして、照明光学系15からの照明光I LによってレチクルRを所定時間照明して露光を行った後、ウエハW上の次のショット領域を露光領域に移動して露光を行うという動作がステップ・アンド・リピート方式で繰り返されて、ウエハW上の各ショット領域にレチクルパターンの縮小像が転写される。その後、フォトリジストの現像、遮光膜のエッチング、レジスト剥離等の工程を経てから、ダイシング及びボンディング等の工程を経ることで半導体デバイスが製造される。

また、本例の投影露光装置をステップ・アンド・スキャン方式とすることも可能であり、この場合には、レチクルステージR S Tにも所定の走査方向（Y方向とする）への連続移動機構が付加される。そして、照明光学系15からの照明光I LによってレチクルRがX方向に細長い長方形の照明領域で照明され、その照明領域に対してレチクルRをY方向に走査すると同期して、投影倍率 $\beta$ を速度比としてウエハWをY方向に走査することによって、ウエハW上の各ショット領域にレチクルRのパターンの像が逐次転写される。

次に、本例の照明光学系15内のフッ化マグネシウム製のプリズム3の作用につき図2及び図3を参照して説明する。

まず、本例において、複屈折性の光学材料としてフッ化マグネシウム（ $MgF_2$ ）を使用する理由につき説明する。複屈折性の光学材料として従来は水晶が使用されていたが、既に説明したように通常の水晶は真空紫外光に対して透過率が大きく低下し、特に波長が180nm以下では透過率がかなり小さくなる。これに対して、波長200nm程度以下の真空紫外域でも比較的大きな透過率を持つ光学材料としては、フッ化マグネシウムの他に蛍石（ $CaF_2$ ）、フッ素をドーピングした石英ガラス、及

びフッ化リチウム (LiF) 等がある。しかしながら、フッ化マグネシウムは 1 軸性結晶で光学的異方性 (複屈折性) を示すのに対して、蛍石やフッ化リチウムは何れも立方晶系で複屈折性を示すことがなく、石英ガラスは非晶質であるためにやはり複屈折性を示さないため、真空紫外域で透過率が大きく、かつ複屈折性を示す光学材料は現状ではフッ化マグネシウムが最適である。更に、フッ化マグネシウムは波長が 150 nm で 80 % 程度以上の透過率を持ち波長が 130 nm でも 40 % 程度以上の高い透過率を有するため、露光光が F<sub>2</sub> レーザ (波長 157 nm)、更にはより短波長のレーザ光 (例えば高調波等) であっても、高い透過率を維持することができる。

また、フッ化マグネシウムは真空紫外光に対する窓材等として使用することも可能であるが、このような用途では複屈折が生じない方が良いため、フッ化マグネシウムはその複屈折が生じない方向の軸である光学軸 (optic axis) が照明光の光路にほぼ平行になるように設置される。これに対して本例では、積極的にフッ化マグネシウムの複屈折性を利用するために、その照明光に対して複屈折が生じる状態、即ちフッ化マグネシウムの光学軸と照明光の光軸とが直交する方向で設置される点が異なっている。

以下、具体的にフッ化マグネシウム製のプリズム 3 の使用方法につき説明する。

図 2 は、プリズム 3 に照明光 IL が入射する様子を示し、この図 2 おいて、照明光 IL は、照明光学系 15 の光軸 (本例では Z 軸に平行) に沿ってプリズム 3 の入射面に垂直に入射しており、プリズム 3 はその光軸に直交する方向 (本例では X 軸に平行な方向) に厚さが線形に変化する楔状に形成され、その入射面は照明光 IL の断面形状よりも広く設定されている。また、プリズム 3 を構成するフッ化マグネシウムは複屈折

性を持つ1軸性結晶であり、この結晶の3つの軸方位のそれぞれがX軸、Y軸、及びZ軸に平行になるように照明光学系15（図1参照）内に配置されている。また、図2において、O軸及びE軸は、それぞれ複屈折による常光線成分方向及び異常光線成分方向を示し、かつO軸及びE軸はそれぞれX軸及びY軸に平行になっている。このとき、プリズム3の光学軸はE軸（Y軸）に平行である。

一般にレーザー光は、共振器の反射率を高めるために設置された窓材等に起因して直線偏光となっており、更に投影露光装置に使用されるレーザー光源の共振器内には、投影光学系の色収差を軽減するためのプリズム等が設置され、レーザー光の狭帯化が行われている。このような場合には、レーザー光はより強い直線偏光になり、その偏光方向は共振器内に設置されたプリズムの設置角度に依存する。本例の照明光ILも強い直線偏光であり、その偏光方向は矢印20で示す方向に設定されている。

本例では、プリズム3の結晶のO軸（X軸）又はE軸（Y軸）が矢印20で示される照明光ILの偏光方向に対して所定の傾き角 $\alpha$ をなし、照明光学系の光軸に直交する方向（X方向）にプリズム3の厚さが次第に変化するようにプリズム3を配置している。傾き角 $\alpha$ は、 $0^\circ$ 及び $90^\circ$ 以外の角度であれば良いが、偏光状態を大きく変化させるためには傾き角 $\alpha$ は $45^\circ$ に近い方が良い。そこで、本例では傾き角 $\alpha$ は一例として $45^\circ \pm 10^\circ$ 程度の範囲内に設定されている。このようにプリズム3の結晶のO軸又はE軸が、照明光ILの入射時の偏光方向に対して傾き角 $\alpha$ をなすようにプリズム3を配置することによって、複屈折による常光線と異常光線との間に所定の位相差を生じさせて、照明光ILの偏光状態、即ち偏光の程度を表す偏光振幅空間における楕円率を照明光ILのプリズム3中での光路の長さ（厚さ）に応じて変化させることができる。即ち、プリズム3中の光路長に応じて照明光ILの射出時の偏

光状態は入射時の偏光状態とは異なったものになる。そして、プリズム 3 の厚さが X 方向に沿って次第に変化しているため、プリズム 3 から射出される照明光 I L の偏光状態は X 方向に沿って次第に変化する。

図 3 は、プリズム 3 に入射する直線偏光の照明光 I L 中の光束 I L 1  
5 ~ I L 4 の偏光状態の変化の一例を示し、この図 3 において、光束 I L 1 ~ I L 4 はプリズム 3 中でのそれぞれの光路の長さ（プリズム 3 の厚さ） $L_1 \sim L_4$  が互いに異なっているため、プリズム 3 から射出される際の複屈折による常光線と異常光線との位相差  $\phi_1 \sim \phi_4$  も変化する。この内、光束 I L 1 は、矢印 2 1 A で示す直線偏光（以下、「 $0^\circ$  の直線偏光」という）としてプリズム 3 から射出されるものとする。これに  
10 対して、光束 I L 2 の位相差  $\phi_2$  は、光束 I L 1 の位相差  $\phi_1$  に対して  $1/4$  波長に相当する  $90^\circ$  だけ異なっているものとする、光束 I L 2 は例えば矢印 2 1 B で示す右回りの円偏光となってプリズム 3 から射出される。また、光束 I L 3 の位相差  $\phi_3$  は、その位相差  $\phi_1$  に対して  
15  $1/2$  波長に相当する  $180^\circ$  だけ異なるものとする、光束 I L 3 は光束 I L 1 とは偏光方向が  $180^\circ$  異なった矢印 2 1 C で示す直線偏光（以下、「 $180^\circ$  の直線偏光」という）となってプリズム 3 から射出される。また、光束 I L 4 の位相差  $\phi_4$  は、その位相差  $\phi_1$  に対して  $3/4$  波長に相当する  $270^\circ$  だけ異なるものとする、光束 I L 4 は光  
20 束 I L 2 とは反対回りの左回りの円偏光となってプリズム 3 から射出される。

即ち、プリズム 3 から射出される照明光 I L の偏光状態は、照明光学系の光軸に垂直な方向（X 方向）に沿って順次、 $0^\circ$  の直線偏光、右回りの円偏光、 $180^\circ$  の直線偏光、左回りの円偏光、 $0^\circ$  の直線偏光、  
25 右回りの円偏光、…と周期的に変化する。そして、偏光状態の異なる光束同士の可干渉性は低くなるため、プリズム 3 を図 1 のように照明光学



系 1 5 内に設置することによって、プリズム 3 を通過した後の照明光 I L の空間的な可干渉性が低減される。

5      なお、上述の図 2 の傾き角  $\alpha$  は、必ずしも  $45^\circ$  にする必要はないが、その傾き角  $\alpha$  を  $45^\circ$  にした場合、即ち、互いに屈折率が異なる 2 つの結晶軸の方向の中間の方向が照明光 I L の偏光方向に実質的に合致するようにプリズム 3 を配置した場合には、プリズム 3 を通過する照明光 I L の一部が完全に円偏光になるため、照明光 I L の可干渉性を効率よく低下させることができる利点がある。

10      以上のように、照明光 ( $F_2$  レーザ光) I L に対して高い透過率を持ち、かつ複屈折性の硝材であるフッ化マグネシウムにより形成されたプリズム 3 を図 1 の照明光学系 1 5 内に配置することによって、照明光 I L の照度を低下させることなく、レチクル R の照明領域におけるスペックルの発生を抑え、照明光 I L の照度分布の均一性の悪化を防止することができる。この結果、ウエハ W 上に形成される回路パターンの線幅の均一性の悪化を防止し、ひいては、製造されるデバイスの動作速度の低下を軽減し、デバイスの誤動作を防止することができる。

15      また、本例の投影露光装置では、図 1 に示すようにフッ化マグネシウム製のプリズム 3 の他に、照度分布均一化用の光学素子としてリターダ 2、振動反射鏡 4、及びフライアイレンズ 5 A, 5 B を備えており、照明光 I L の照度分布をより均一にしている。

20      まず、リターダ (光遅延素子) 2 は、半透鏡 2 a と反射鏡 2 b, 2 c とから構成される多重反射素子よりなる部分的な光遅延素子であり、レーザ光源 1 からの照明光 I L の約  $1/2$  は半透鏡 2 a で反射されてプリズム 3 に向かう。そして、半透鏡 2 a を透過した照明光 I L 5 は、反射鏡 2 b 及び 2 c により反射されて、その光路は半透鏡 2 a により直接反射された照明光と再び一致するようになっている。この場合、半透鏡 2

aを透過した照明光 I L 5 は、半透鏡 2 a により直接反射された照明光よりも光路長が長くなるため、リターダ 2 を通過させることによって、プリズム 3 に向かう照明光 I L の時間的な可干渉性を低下させることができる。

5       また、振動反射鏡 4 も、スペックルの発生を低減するための光学素子である。振動反射鏡駆動装置 4 a により振動反射鏡 4 を光軸を振動中心として極短周期で振動させることによって、照明光 I L の光路を所定方向を中心にして微小角度内で振動させ、微小に光路長を変化させることで、照明光 I L の空間的な可干渉性を低下させることができる。更に本例では、2 段のフライアイレンズ 5 A, 5 B を使用することによって、  
10       照明光 I L の照度分布を更に均一なものとしている。

      なお、本例のフッ化マグネシウム製のプリズム 3 は、上述の照度分布均一化用の各光学素子（リターダ 2、振動反射鏡 4、及びフライアイレンズ 5 A, 5 B）の機能を損なうことなく併用できることはいうまでも  
15       ない。

      また、本例では、プリズム 3 を形成する光学材料としてフッ化マグネシウムを使用したか、複屈折性で、かつ露光用の照明光に対して透過率の高い硝材であれば、プリズム 3 として使用することができることは言うまでもない。これによって、本例と同様に照明光の照度を低下させる  
20       ことなく、照明光の可干渉性を低下させて、スペックルの発生を抑えることができる。

      また、プリズム 3 は厚さが一次元方向に変化するプリズムであるが、それ以外に厚さが例えば二次元方向に変化するプリズム、即ち照明光学系の光軸に垂直な面内で互いに交差する 2 方向にそれぞれ厚さが次第に変化するプリズムを使用してもよい。また、厚さが 2 次以上の高次関数的に変化するプリズムを使用してもよい。なお、前述の実施の形態では  
25

照明光の可干渉性（空間コヒーレンシ）を低減するためにその偏光状態を変化させる透過型の光学素子としてプリズムを用いるものとしたが、プリズムと同様に偏光状態を変化させることができれば、その光学素子はいかなる形状、構成であってもよい。

5       また、前述の実施の形態では、プリズム 3 の他にリターダ 2 及び振動反射鏡 4 を併用するものとしたが、本発明はリターダ 2 及び振動反射鏡 4 の併用に限定されるものではなく、レチクル又はウエハ上での照度均一性によってはリターダ 2 及び振動反射鏡 4 の一方のみを用いる、あるいは両方とも用いないようにしてもよい。更に、前述の実施の形態では、  
10       オプティカル・インテグレータ（ホモジナイザー）としてフライアイレンズを用いるものとしたが、その代わりにロッド・インテグレータを用いる、あるいはフライアイレンズとロッド・インテグレータとを併用するようにしてもよい。勿論、照明光学系に配置するオプティカル・インテグレータは 2 つに限定されるものではなく、一つでも、あるいは 3 つ  
15       以上であってもよい。また、真空紫外域の光を発生する光源として、例えば波長 1 4 6 nm のクリプトンダイマーレーザ（K r<sub>2</sub> レーザ）、波長 1 3 4 nm の K r A r レーザ、又は波長 1 2 6 nm のアルゴンダイマーレーザ（A r<sub>2</sub> レーザ）などを用いることも可能である。

20       なお、照明光 I L の光路中にプリズム 3 を配置することにより光路がシフトしてしまうため、これを補正するための光学部材（プリズム等）を更に配置することが望ましい。

次に、上記の実施の形態の投影露光装置を使用した半導体デバイスの製造工程の一例につき図 4 を参照して説明する。

25       図 4 は、半導体デバイスの製造工程の一例を示し、この図 4 において、まずシリコン半導体等からウエハ W が製造される。その後、ウエハ W 上にフォトリジストを塗布し（ステップ S 1 0）、次のステップ S 1 2 に

において、上記の実施の形態（図1）の投影露光装置のレチクルステージ上にレチクルR1をロードし、レチクルR1のパターン（符号Aで表す）をウエハW上の全部のショット領域SEに転写（露光）する。なお、ウエハWは例えば直径300mmのウエハ（12インチウエハ）である。

5 次に、ステップS14において、現像及びエッチングやイオン注入等を行うことにより、ウエハWの各ショット領域SEに所定のパターンが形成される。

次に、ステップS16において、ウエハW上にフォトリソを塗布し、その後ステップS18において、上記の実施の形態（図1）の投影  
10 露光装置のレチクルステージ上にレチクルR2をロードし、レチクルR2のパターン（符号Bで表す）をウエハW上の各ショット領域SEに転写（露光）する。そして、ステップS20において、ウエハWの現像及びエッチングやイオン注入等を行うことにより、ウエハWの各ショット領域に所定のパターンが形成される。

15 以上の露光工程～パターン形成工程（ステップS16～ステップS20）は所望の半導体デバイスを製造するのに必要な回数だけ繰り返される。そして、ウエハW上の各チップCPを1つ1つ切り離すダイシング工程（ステップS22）や、ボンディング工程、及びパッケージング工程等（ステップS24）を経ることによって、製品としての半導体デバ  
20 イスSPが製造される。

なお、上記の実施の形態の投影露光装置の用途としては半導体製造用の露光装置に限定されることなく、例えば、角型のガラスプレートに液晶表示素子パターンを露光する液晶用の露光装置、プラズマディスプレイや薄膜磁気ヘッド、撮像素子（CCD等）、マイクロマシンなどを製  
25 造するための露光装置にも広く適用できる。また、半導体素子等を製造するデバイス製造用の露光装置で使用するレチクル又はマスクを、例え

ば遠紫外光（D U V 光）若しくは真空紫外光（V U V 光）を用いる露光装置で製造する場合にも、上記の実施の形態の投影露光装置を好適に使用することができる。

また、本発明は、例えば真空紫外光等を露光用照明光として使用する  
5 ステップ・アンド・スティッチ方式の縮小投影露光装置や、露光光として真空紫外光等を使用し、投影光学系を用いることなくマスクと基板とを密接させてマスクのパターンを露光するプロキシミティ方式の露光装置にも適用することができる。

また、露光用照明光としての D F B 半導体レーザ又はファイバレーザ  
10 から発振される赤外域又は可視域の単一波長レーザを、例えばエルビウム（E r）（又はエルビウムとイッテルビウム（Y b）の両方）がドーピングされたファイバーアンプで増幅し、かつ非線形光学結晶を用いて紫外光に波長変換した高調波を用いてもよい。例えば、単一波長レーザの発振波長を 1. 5 4 4 ~ 1. 5 5 3  $\mu$  m の範囲内とすると、1 9 3 ~ 1 9  
15 4 n m の範囲内の 8 倍高調波、即ち A r F エキシマレーザとほぼ同一波長となる紫外光が得られ、発振波長を 1. 5 7 ~ 1. 5 8  $\mu$  m の範囲内とすると、1 5 7 ~ 1 5 8 n m の範囲内の 1 0 倍高調波、即ち F<sub>2</sub> レーザとほぼ同一波長となる紫外光が得られる。

また、上述の実施の形態の投影露光装置は、上述のフッ化マグネシウムのように照明光に対して透過性で、かつ複屈折性の硝材から形成されたプリズムを備えた照明光学系、及び投影光学系を露光装置本体に組み込み光学調整をすると共に、多数の機械部品からなるレチクルステージ  
20 やウエハステージを露光装置本体に取り付けて配線や配管を接続し、更に総合調整（電気調整、動作確認等）をすることにより製造することができる。なお、投影露光装置の製造は温度及びクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

5      なお、本発明は上述の実施の形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の構成を取り得る。更に、明細書、特許請求の範囲、図面、及び要約を含む、1999年4月28日付提出の日本国特許出願第11-122906号の全ての開示内容は、そっくりそのまま引用してここに組み込まれている。

#### 産業上の利用の可能性

10      本発明の第1又は第2の露光方法によれば、照明光の空間的な可干渉性が低減され、スペックルの発生が抑えられるため、その照明光の照度分布の均一性の悪化を抑えることができる。従って、波長200nm以下の真空紫外域の照明光を使用して、均一な照度分布で露光を行うことができる。

15      次に、本発明の第1又は第2の照明光学装置によれば、その照明光の光軸に垂直な方向にその照明光の偏光状態を次第に変化させることができ、照明光の空間的な可干渉性を低減してスペックルの発生を抑え、その照明光の照度の均一性の悪化を抑えることができる。また、第2の照明光学装置は、更に振動部材及びオプティカル・インテグレータを備えているため、その照明光の照度分布をより均一なものとすることができる。特に、フッ化マグネシウム製のプリズムを使用することによって、  
20      真空紫外光を使用する場合でも、装置全体としては殆ど変更することなく、高い照度均一性と低い吸光率とが実現できる。

    次に、本発明の第1又は第2の露光装置によれば、本発明の露光方法を実施することによって、マスクのパターンをその基板上に高精度に形成し、デバイスのより一層の高集積化や高速化を図ることができる。

25      また、本発明のデバイスの製造方法によれば、高機能のデバイスを高スループットに製造することができる。

## 請 求 の 範 囲

1. 照明光でマスクを照明し、前記マスクのパターンを基板上に転写する露光方法において、

5 前記照明光の波長を180nm程度以下とし、前記照明光が前記マスクに入射するまでの光路上にフッ化マグネシウムで形成される光学素子を配置して、前記照明光の光路に実質的に垂直な方向に前記照明光の偏光状態を次第に変化させるようにしたことを特徴とする露光方法。

10 2. 前記照明光の偏光状態を、前記照明光の光軸に垂直な平面内の少なくとも一つの方に空間的に連続的に変化させるようにしたことを特徴とする請求の範囲1記載の露光方法。

3. コヒーレントな照明光でマスクを照明し、前記マスクを介して前記照明光で基板を露光する方法において、

15 前記照明光の波長を180nm程度以下とし、前記照明光の可干渉性を低減するために、前記マスクへの入射に先立って前記照明光の偏光状態をフッ化マグネシウムで形成される光学素子で変化させることを特徴とする露光方法。

4. 光源からの200nm以下の波長の照明光でマスクを照明する照明光学装置であって、

20 前記光源と前記マスクとの間の前記照明光の光路上に、前記照明光に対して透過性で複屈折性を有する材料より形成されて、前記照明光学装置の光軸に交差する方向に厚さが次第に変化するプリズムを配置したことを特徴とする照明光学装置。

25 5. 光源からの200nm以下の波長の照明光でマスクを照明する照明光学装置であって、

前記光源からの照明光の光路上に配置され、前記照明光に対して透過

性で複屈折性を有する材料より形成されると共に、前記照明光学装置の光軸に交差する方向に厚さが次第に変化しているプリズムと、

該プリズムを通過した照明光を振動させる振動部材と、

該振動部材を通過した照明光より複数の光源像を形成するオプティカル・インテグレータと、

該オプティカル・インテグレータから射出される照明光を前記マスクに導くコンデンサ光学系と、

を有することを特徴とする照明光学装置。

6. 前記光源から射出された照明光は所定方向に直線偏光したコヒーレントな光束であり、

前記プリズムは、互いに屈折率が異なる2つの結晶軸の方向の中間の方向が前記所定方向に実質的に合致するように配置されたことを特徴とする請求の範囲4又は5記載の照明光学装置。

7. 前記照明光は波長180nm以下のコヒーレントな所定の偏光状態を有する光束であり、前記プリズムの材料はフッ化マグネシウムの結晶であることを特徴とする請求の範囲4、5、又は6記載の照明光学装置。

8. 請求の範囲4～7の何れか一項記載の照明光学装置を備えた露光装置であって、

前記照明光学装置からの照明光でマスクを照明し、該マスクのパターンを基板上に転写することを特徴とする露光装置。

9. 波長が180nm程度以下でコヒーレントな照明光をマスクに照射する照明光学系を有し、前記マスクを介して前記照明光で基板を露光する露光装置において、

前記照明光学系内で前記照明光の可干渉性を低減するために、前記照明光の偏光状態を変化させる光学素子をフッ化マグネシウムで形成したことを特徴とする露光装置。



10. 請求の範囲 4 ～ 7 の何れか一項記載の照明光学装置と、前記マスクを保持するマスクステージと、基板を保持する基板ステージとを所定の位置関係で組み上げることとを特徴とする露光装置の製造方法。

11. 請求の範囲 1 ～ 3 の何れか一項記載の露光方法を用いて、前記照明光で前記マスクを照明し、前記マスクのパターンを前記基板上に転写する工程を含むことを特徴とするデバイスの製造方法。

10

15

20

25



2/3

図 2

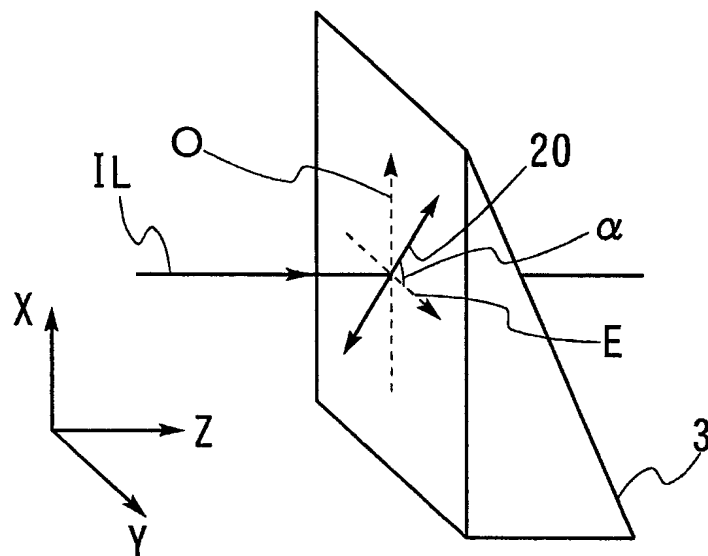


図 3

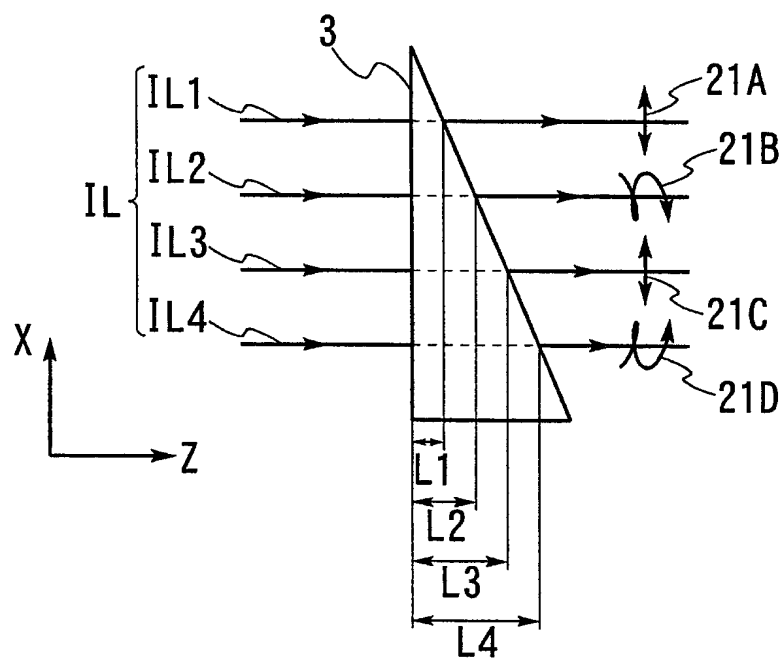
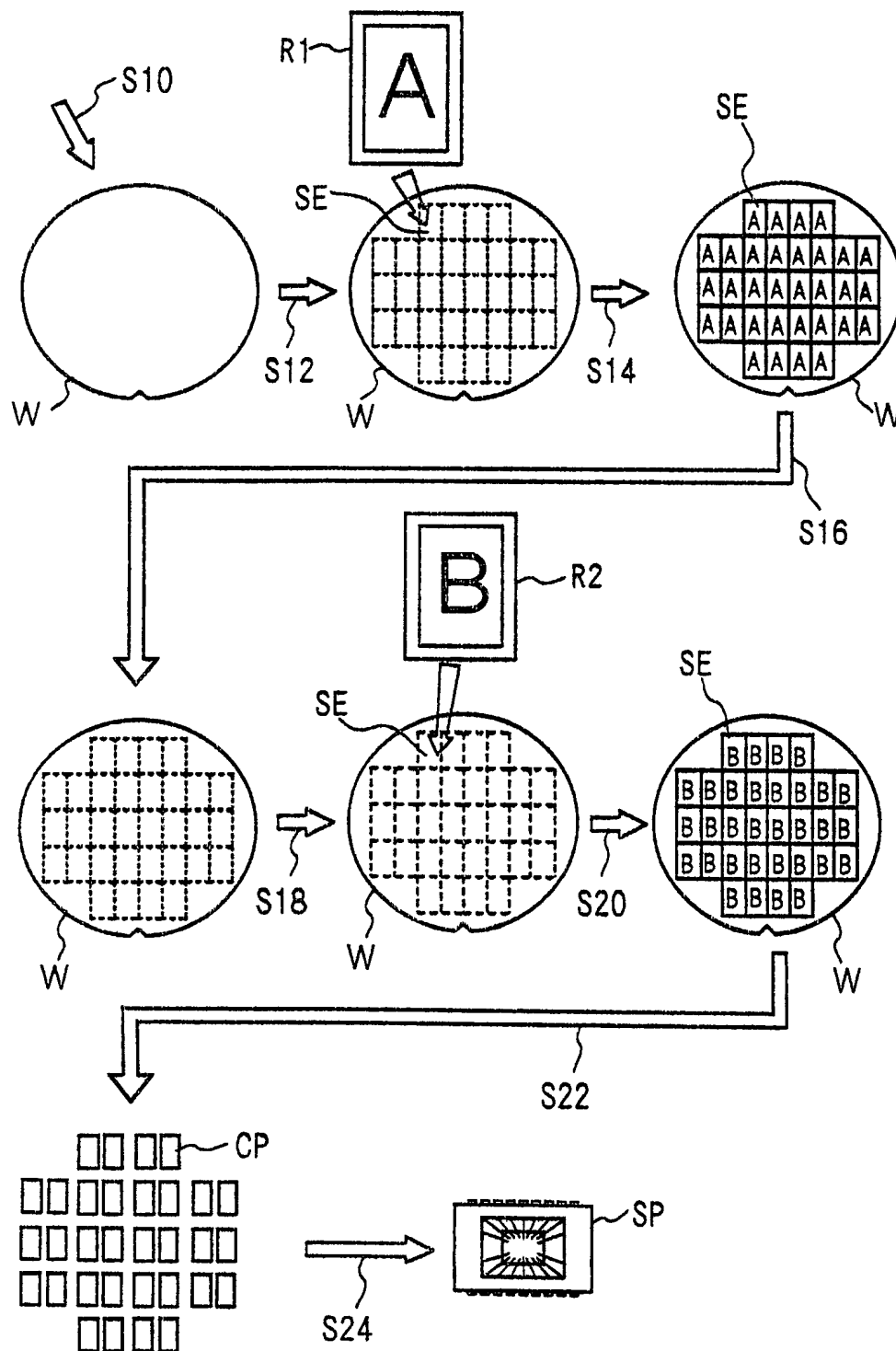


図 4



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/02761

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>7</sup> H01L21/027, G03F7/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> H01L21/027, G03F7/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 11-64778, A (Nikon Corporation), 05 March, 1999 (05.03.99) (Family: none)	1-4, 6-11
Y	JP, 3-254114, A (Nikon Corporation), 13 November, 1991 (13.11.91) (Family: none)	1-11
Y	JP, 2-215117, A (Canon Inc.), 28 February, 1990 (28.02.90) (Family: none)	1-11

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
17 July, 2000 (17.07.00)

Date of mailing of the international search report  
01 August, 2000 (01.08.00)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl <sup>7</sup> H01L21/027, G03F7/20		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl <sup>7</sup> H01L21/027, G03F7/20		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの		
日本国実用新案公報 1926-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2000年 日本国登録実用新案公報 1994-2000年 日本国実用新案登録公報 1996-2000年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP, 11-64778, A(株式会社ニコン) 5. 3月. 1999(05. 03. 99) (ファミリーなし)	1-4, 6-11
Y	JP, 3-254114, A(株式会社ニコン) 13. 11月. 1991(13. 11. 91) (ファミリーなし)	1-11
Y	JP, 2-215117, A(キヤノン株式会社) 28. 2月. 1990(28. 02. 90) (ファミリーなし)	1-11
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日	17. 07. 00	国際調査報告の発送日
		01.08.00
国際調査機関の名称及びあて先	特許庁審査官 (権限のある職員)	2M 7810
日本国特許庁 (ISA/JP)	芝 哲 央	印
郵便番号100-8915	電話番号 03-3581-1101	内線 6221
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		